

Perancangan Kerangka *Chassis* Mobil Minimalis Roda Tiga

Muh Khusairi Arief Fitriyanto¹, Ali Imron², dan Tri Andi Setiawan³

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

^{2,3}Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email: ariefaf2@gmail.com

Abstrak

Mobil minimalis roda tiga merupakan inovasi baru yang dibuat untuk memaksimalkan penggunaan kendaraan. Dalam perancangan mobil minimalis roda tiga tersendiri akan menggabungkan tilting trike system dimana pada saat belok bodi mobil akan ikut miring kearah belokan. Salah satu komponen utama mobil yang sangat penting adalah chassis. Chassis merupakan salah satu bagian penting pada mobil yang harus mempunyai kontruksi kuat untuk menahan beban kendaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui desain chassis mobil minimalis roda tiga yang diharapkan dapat menjadi kendaraan modern.

Dalam penelitian ini menggunakan metode pengembangan dengan menggunakan software catia sebagai perangkat lunak untuk membuat desain chassis. Penggunaan software Catia juga bertujuan untuk melakukan analisa numerik untuk mengetahui kekuatan chassis tersebut dengan melihat hasil von mises stress pada hasil analisa software. Pada analisa numerik chassis menggunakan tiga kali pengujian dengan variasi beban yang berbeda yaitu, beban merata pada surface, beban terpusat pada titik berat, dan beban saat terjadi tubrukan.

Hasil dari pengujian untuk beban merata pada surface diketahui hasil sebesar 32 N/mm², untuk pengujian beban terpusat pada chassis diketahui hasil sebesar 61 N/mm², dan untuk pengujian beban tubrukan diketahui hasil sebesar 12,1 N/mm². Pada perancangan chassis menggunakan material pipa ASTM A53 dengan yield strenght sebesar 301 N/mm². Pada validasi kekuatan chassis menggunakan safety factor sebesar 4. Jadi validasi menggunakan tegangan ijin sebesar 75,25 N/mm². Dari validasi antara analisa yang dilakukan chassis dinyatakan aman karena tegangan yang terjadi pada chassis tidak melebihi tegangan yang diijinkan.

Kata kunci: chassis, desain, kekuatan, tegangan, perancangan

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi kebutuhan untuk alat transportasi semakin banyak, baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi membuat para produsen kendaraan terutama dalam jenis mobil untuk berlomba lomba membuat produk baru yang canggih, *safety*, ergonomis, dan tentunya murah. Secara garis besar mobil yang beredar saat ini dibagi menjadi dua yakni mobil roda empat dan roda tiga, mobil beroda empat sendiri masih dibagi lagi menjadi beberapa tingkatan lagi seperti *Multi Purpose Vehicle* (MPV), *Sport Utility Vehicle* (SUV). Mobil roda tiga sendiri mulai dilirik oleh para konsumen, namun sampai sekarang masih belum ada penjualan resmi untuk mobil roda tiga. Melihat dari kondisi tersebut, muncul inovasi baru dengan pembuatan mobil minimalis roda tiga dengan kapasitas penumpang 2 sampai 3 penumpang.

Mobil minimalis roda tiga merupakan mobil sebagaimana pada umumnya tetapi memiliki ukuran dan kapasitas yang kecil. Maka mobil minimalis ini bisa menjadi pilihan alternatif bagi masyarakat untuk memaksimalkan fungsi dari mobil yang merekaendarai. Mobil minimalis roda tiga tersendiri akan menggabungkan *tilting trike system* dimana pada saat belok bodi mobil akan ikut miring kearah belokan. Dengan kondisi tersebut mobil akan terasa aman dan nyaman saat dikendarai baik di jalan

lurus ataupun berbelok. Sedangkan pada penggunaan mobil ini tentunya membutuhkan sebuah rangka *chassis* yang berfungsi sebagai penompang semua beban yang ada pada kendaraan, untuk sebuah konstruksi rangka *chassis* itu sendiri harus memiliki kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan.

Chassis merupakan salah satu bagian penting pada mobil yang harus mempunyai konstruksi kuat untuk menahan beban kendaraan. Semua beban dalam kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, dan segala peralatan kenyamanan semuanya diletakan di atas *Chassis*. Biasanya *chassis* dibuat dari kerangka besi/ baja yang berfungsi memegang *body* dan mesin *engine* dari sebuah kendaraan. Syarat utama yang harus terpenuhi adalah material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. *Chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap rigid, kaku dan tidak mengalami bending atau deformasi waktu digunakan.

Dalam perencanaan pembuatan desain *chassis* sendiri banyak aspek yang harus diperhatikan, seperti pemilihan jenis *chassis*, pemilihan profil, pemilihan material, *safety factor*, serta proses pengerjaan dan perakitan. Karena *chassis* merupakan bagian paling kritis pada mobil dibandingkan dengan komponen mobil yang lain. Jadi, pada penelitian ini akan dilakukan perancangan *chassis* mobil minimalis roda tiga yang sesuai dengan kriteria penggunaan *chassis* pada umumnya yang memiliki kekuatan, ringan dan mempunyai nilai kelenturan, yang nantinya akan dibuat sebuah *prototype*.

2. METODOLOGI

Metode Penelitian adalah tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilaksanakan. Penelitian (*reseach*) merupakan rangkaian kegiatan ilmiah dalam rangka pemecahan masalah. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium CAD CAM & CNC serta bengkel perkakas Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

1. Study Literatur

Metode untuk mendapatkan suatu data atau informasi yang bisa didapat dari berbagai macam referensi baik berupa buku, majalah, artikel, jurnal dan melalui internet.

2. Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan

Setelah mendapatkan data dan informasi maka dilakukan identifikasi tentang topik yang berkaitan, akhirnya dapat dibuat rumusan masalah berdasarkan permasalahan yang ada pada identifikasi masalah yang telah diuraikan sebelumnya. Tahapan berikutnya adalah mencari jalan keluar untuk masalah yang terjadi sebagai keluaran apa yang akan dikerjakan.

3. Pengumpulan dan Pengelolaan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, kemudian data tersebut dikumpulkan dan diolah agar dapat mempermudah dalam proses pengerjaan penelitian ini.

4. Perencanaan dan Analisa Desain

Dari data awal yang telah diambil, kemudian dilakukan pembuatan model kerangka *chassis* dengan bantuan *software* Catia. Selanjutnya akan dilakukan analisa kerangka *chassis* dengan menggunakan *software* berbasis metode elemen hingga (Catia) untuk menghitung tegangan dan penentuan letak tegangan kritisnya.

5. Pengujian

Dari data yang didapat saat melakukan pengujian numerik dengan *software*, data yang diperoleh akan dibandingkan dengan kekuatan material yang dipakai. *Yield strenght* dari material akan dibagi dengan *safety factor* sehingga menghasilkan tegangan izin.

6. Hasil dan Analisa

Luaran yang dihasilkan dari analisa pengujian dengan *software* berupa data distribusi tegangan, hasil tegangan, *displacement*, dan *safety factor* disetiap *node* yang dianalisa. Hasil dari data tersebut

kemudian diolah dan di bandingkan dengan spesifikasi material yang digunakan untuk mengetahui kekuatan dan keamanan *chassis* tersebut.

7. Kesimpulan

Pada tahap ini diambil kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa yang telah dilakukan terhadap kekuatan kerangka *chasis*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN PERENCANAAN MOBIL

Mobil minimalis roda tiga adalah mobil sebagaimana pada umumnya namun memiliki desain yang lebih kecil. Mobil ini didesain sebagai mobil *city car* sebagai kendaraan sehari hari dan sangat cocok untuk di perkotaan. Selain bentuknya yang kecil, mobil ini juga tidak memiliki kapasitas yang banyak seperti mobil pada umumnya, hanya memiliki kapasitas maksimal 3 orang saja. Mobil ini juga dirancang dengan konfigurasi *reversetrike* (dua roda di depan dan satu roda di belakang) yang menggabungkan *tiltingtrike system* dimana mobil bisa bergerak mengikuti arah belokannya. Untuk spesifikasi mobil minimalis roda tiga dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Spesifikasi mobil minimalis roda tiga

Dimensi	
<i>Panjang x Lebar x Tinggi</i>	3.000 x 1.400 x 1.500 mm
<i>Jarak Sumbu Roda</i>	1.935 mm
<i>Jarak Terendah Ke Tanah</i>	228 mm
<i>Berat</i>	504 kg
<i>Kapasitas Penumpang</i>	3 Orang
Rangka	
<i>Rangka</i>	<i>Primeter Composite</i>
<i>Tipe Suspensi Depan</i>	<i>Tilting Trike System</i>
<i>Tipe Suspensi Belakang</i>	<i>Double shockbreker</i>
<i>Ukuran Ban Depan</i>	80/90 – 17 M/C 40P
<i>Rem Depan</i>	Cakram Hidrolik dengan <i>double piston</i>
<i>Rem Belakang</i>	Cakram Hidrolik dengan <i>double piston</i>
Mesin	
<i>Mesin</i>	4-Langkah, SOHC dengan Pendingin Cairan – eSP
<i>Kelas</i>	150
<i>Volume langkah</i>	150 cc
<i>Diameter x Langkah</i>	57,3 x 57,9 mm
<i>Perbandingan kompresi</i>	10,6 : 1

<i>Daya maksimum</i>	9,3 kW / 8.500 rpm
<i>Torsi maksimum</i>	12,8 N.m / 5.000 rpm
<i>Kapasitas minyak pelumas</i>	0,8 Liter pada penggantian periodik
<i>Tipe kopling</i>	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
<i>Tipe transmisi</i>	Otomatis, V-Matic
<i>Pola pengoperan gigi</i>	Otomatia
<i>Tipe starter</i>	Elektrik

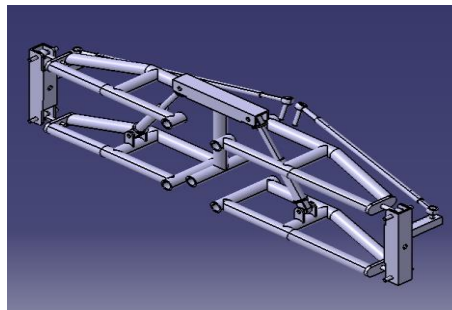
PERENCANAAN CHASSIS

Dari perencanaan spesifikasi mobil minimalis roda tiga selanjutnya dilakukan pembuatan desain chassis. Untuk chassis sendiri terbagi menjadi 2 komponen utama yaitu lengan ayun untuk roda depan dan chassis utama untuk penopang bodi dan mesin. Jenis chassis yang digunakan adalah primeter composit dimana chassis dan body dapat dilepas. Bahan yang digunakan untuk membuat chassis adalah material pipe tube dengan spesifikasi dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Spesifikasi material

Young Modulus	2,1e+011 N/m ²
Density	5260 Kg/m ³
Yield Stength	3,01e+008 N/m ²

Dari penelitian saudara Bahtiar Dafik Prayogi mahasiswa Prodi Teknik Desain Dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya tentang perancangan lengan ayun roda depan mobil minimalis roda tiga. Pada perancangan lengan ayun tersebut menggunakan *tilting trike system*. *Tilting trike system* adalah kendaraan roda tiga yang tubuh dan atau rodanya miring ke arah belokan. Kendaraan yang memiliki *tilting trike system* termasuk kendaraan yang bisa melesat dengan aman dan nyaman meski memiliki jalur yang sempit. Dari penelitian tersebut didapat data dimensi lengan ayun roda depan dan posisi pengait terhadap *chassis*. Berikut adalah gambar lengan ayun dan hasil dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan *software* Catia.



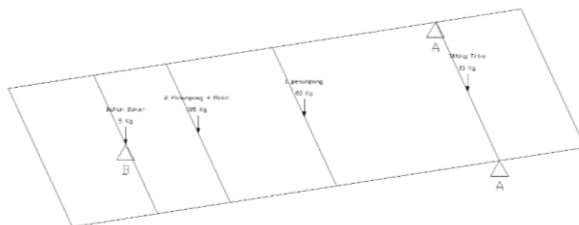
Gambar 1. Lengan ayun roda depan

Tabel 3. Hasil pengujian lengan ayun

No	Sub Pengujian	Material	σ izin (N/mm ²)	Stress (N/mm ²)
1	Top Part	ASTM A53	75,25	1,81
2	Bottom Part	ASTM A53	75,25	20,5

Sebelum membuat desain *chassis*, hal yang terlebih dahulu dilakukan adalah harus mengetahui panjang dan lebar kendaraan. Apabila sudah diketahui berapa panjang dan lebar kendaraan maka selanjutnya menentukan berapa panjang jarak antara sumbu yang nantinya akan menentukan juga peletakanudukan mesin dan lengan ayun yang digunakan. Setelah semua dimensi mulai dari *body*, peletakan lengan ayun, peletakan mesin, dan jarak antar sumbu diketahui selanjutnya dilakukan pemodelan dengan tahap pertama adalah membuat gambaran rencana posisi antar roda, peletakan mesin, dan lengan ayun terhadap *body* luar kendaraan.

Setelah mengetahui dimensi dan peletakan komponen kendaraan, selanjutnya dilakukan penggambaran 3D *modeling*. Dalam pembuatan 3D *Modeling* akan menggunakan software Catia. Berikut adalah gambar proses pembuatan 3D *Modeling chassis*.

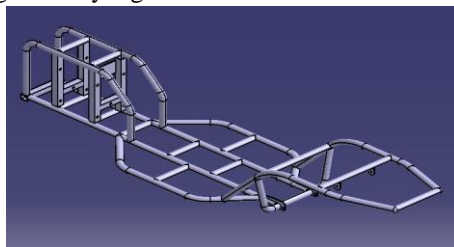


Gambar 2. Desain Perencanaan *Chassis*

Keterangan gambar :

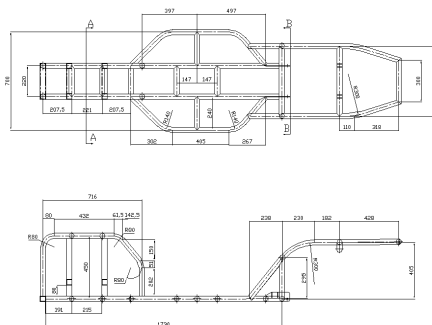
A, B : Titik tumpu beban kendaraan

Dengan melihat peletakan pembebanan pada gambar 4.3, maka chassis yang dibuat akan memiliki beban kritis atau beban paling berat pada bagian belakang. Dalam perencanaan *chassis* akan diperkuat dibagian belakang seperti yang dimiliki oleh motor *matic*.



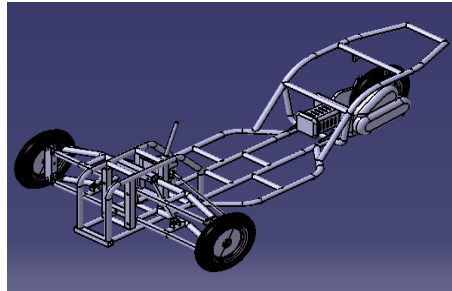
Gambar 3. Desain 3D *Modeling Chassis*

Dari desain 3D *modelling chassis* utama didapat detail dimensi *chassis* tiap bagian, dan juga diketahui kebutuhan material yang dibutuhkan.



Gambar 4. Detail *Chassis*

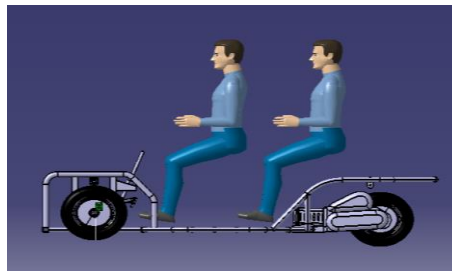
Pada tahap *assembly chassis*, lengan ayun, dan *engine* di rencanakan dudukan sesuai dengan data yang diperoleh sebelumnya. Untuk posisi pengait *shock breaker* berada di tengah dengan kedudukan 60 mm di atas *bottom part* pada lengan ayun. Berikutnya, setelah dudukan lengan ayun didapat maka dilakukan proses *assembly* dari ketiga komponen utama.



Gambar 5. *Assembly Chassis*, Lengan Ayun, dan Mesin

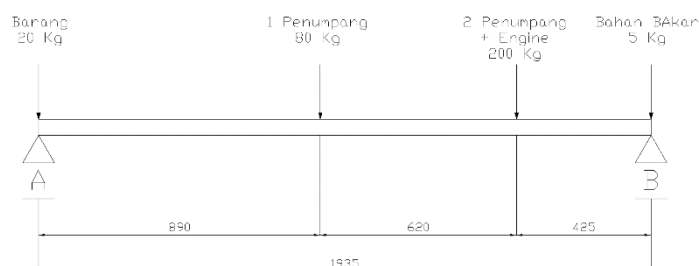
PERHITUNGAN BEBAN CHASSIS

Dalam perhitungan beban pada masing masing tumpuan chassi, harus mengetahui berapa beban maksimal yang akan di tumpu. Beban tersebut berasal dari beban penumpang, beban mesin, beban *chassis*, dan juga beban dari *body* kendaraan.



Gambar 6. Mobil dengan muatan *full*

Pada perhitungan beban tumpuan yang akan diterima oleh tiga tumpuan roda mobil, dimana dua roda di depan dan satu roda di belakang, untuk memudahkan dalam perhitungan distribusi beban tumpu maka titik tumpu dibagi menjadi dua yaitu titik tumpu depan dan titik tumpu belakang. Karena bagian depan mempunyai dua roda maka beban yang di terima roda depan akan dibagi lagi menjadi dua. Untuk mensederhanakannya bisa dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Gambar pembebanan pada roda

Keterangan Gambar

A,B : Titik tumpu beban kendaraan (roda)

Keterangan beban

Rangka : 50 Kg (software)

Body : 100 Kg (software)

Orang : 80 Kg

Barang : 20 Kg

Bahan bakar : 5 kg

Mesin : 40 Kg

Dari pembagian diatas, maka beban dibagi menjadi 4 titik dengan keterangan beban titik a (wa), beban titik b (wb), beban titik c (wc), dan beban titik d (wd)

Keterangan :

Wa : Barang (20 Kg)

Wb : 1 penumpang (80 Kg)

Wc : 2 penumpang (160 Kg) + Mesin (40 Kg) = 200 Kg

Wd : bahan bakar (5 Kg)

Distribusi beban tumpuan

a. Beban yang diterima oleh titik B

$$\sum MA = 0$$

$$\{Nd.(Lad)\} - \{Wb.(Lab)\} - \{Wad.(1/2 Lad)\} - \{Wd.(Lad)\} - \{Wc.(Lac)\} - \{Wa.(Laa)\} = 0$$

$$\{Nd.1935\} - \{80.890\} - \{150.967,5\} - \{5.1935\} - \{200.1510\} - \{20.0\} = 0$$

$$Nd . 1935 - 71200 - 145125 - 9675 - 302000 - 0 = 0$$

$$Nd . 1935 - 528000 = 0$$

$$Nd . 1935 = 528000$$

$$Nd = \frac{528000}{1935}$$

$$Nd = 272,87 \text{ Kg}$$

$$Nd = 2676,84 \text{ N}$$

Jadi beban yang diterima oleh titik B (roda B) adalah 272,84 Kg atau 2676,84 N

b. Beban yang diterima oleh titik A

$$\sum MC = 0$$

$$\{Wd.(Ldd)\} + \{Wb.(Lbd)\} + \{Wad.(1/2 Lad)\} + \{Wa.(Lad)\} + \{Wc.(Lcd)\} - \{Na.(Lad)\} = 0$$

$$\{5.(0)\} + \{80.(1045)\} + \{150.(967,5)\} + \{20.(1935)\} + \{200.(425)\} - \{Na.(1935)\} = 0$$

$$0 + 83600 + 145125 + 38700 + 85000 - Na \cdot 1822,28 = 0$$

$$352425 - Na \cdot 1935 = 0$$

$$Na = \frac{352425}{1935}$$

$$Na = 182,13 \text{ Kg}$$

$$Na = 1786,71 \text{ N}$$

Jadi beban yang diterima oleh titik A (roda A) adalah 182,13 Kg atau 1786,71 N. Karena titik A memiliki dua roda jadi beban tersebut dibagi menjadi dua

$$\text{Titik A} = \frac{182,13}{2} = 91,07 \text{ Kg} = 893,4 \text{ N}$$

$$M(wb) = A \cdot l_1$$

$$= 173,84 \cdot 890$$

$$= 154717,6$$

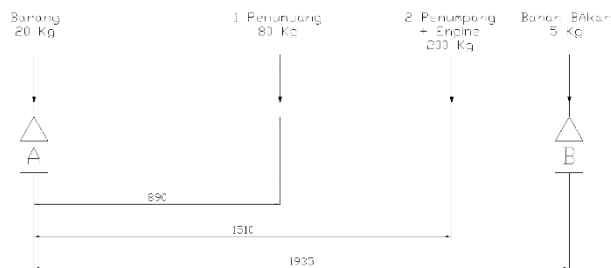
$$M(wc) = A \cdot (l_1 + l_2) - wb \cdot l_2$$

$$= 173,84 \cdot (890 + 620) - 80 \cdot 620$$

$$= 262498,4 - 49600$$

$$= 212898,4$$

Beban terpusat



Gambar 8. Diagram pembebanan

Keterangan :

$$P1 = 20 \text{ kg}$$

$$P2 = 80 \text{ kg}$$

$$P3 = 200 \text{ kg}$$

$$P4 = 5 \text{ kg}$$

$$R = P1 + P2 + P3 + P4$$

$$= 20 + 80 + 200 + 5$$

$$= 305 \text{ Kg}$$

$$R.x = P1.(0) + P2.(L1) + P3.(L1+L2) + P4.(L1+L2+L3)$$

$$X = \frac{P2.(L1) + P3.(L1+L2) + P4.(L1+L2+L3)}{R}$$

$$= \frac{80.(890) + 200.(1510) + 5.(1935)}{305}$$

$$= \frac{71200 + 302000 + 9375}{305}$$

$$= \frac{382575}{305}$$

$$= 1254,34 \text{ mm}$$

Beban terberat berada 1254,34 mm dibelakang roda depan

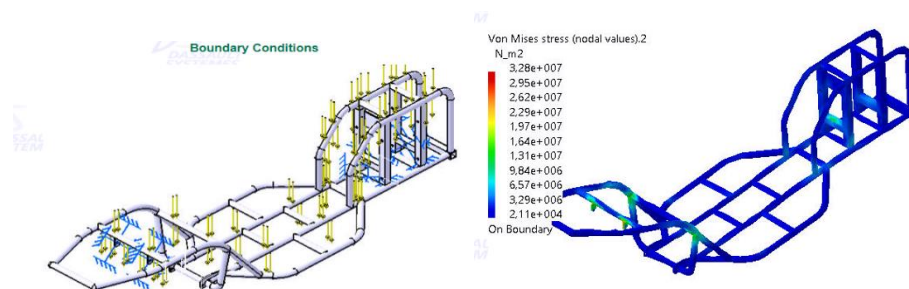
PROSES ANALISA

Analisa Chassis Menggunakan Software

Pada analisa pengujian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan *software* Catia. Proses analisa *software* akan melakukan dua kali analisa dengan variasi pembebanan yang berbeda untuk mengetahui kekuatan chassis terhadap beban yang berkerja. Dua variasi pembebanan tersebut meliputi pembebanan terhadap *surface*, dan pembebanan pada titik beban terpusat. Beban yang akan berkerja pada *chassis* adalah menggunakan beban maksimal yaitu 500 Kg atau 4900N.

Pembebanan Merata

Berikut adalah hasil dari pembebanan merata pada *surface chassis* :

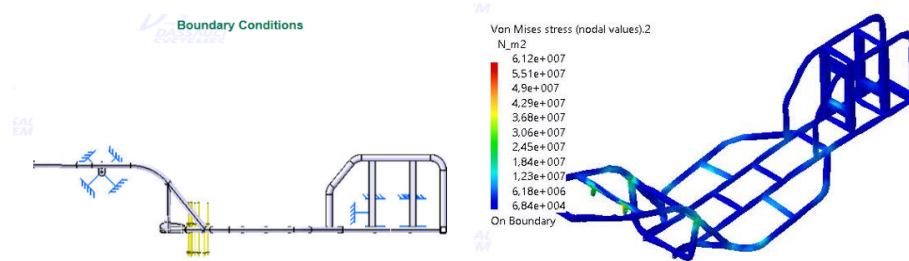


Gambar 9. Kondisi pembebanan merata dan hasil analisa pada *chassis*

Hasil dari analisa pembebanan merata yang terjadi pada *chassis* adalah diketahui tegangan maksimal yang terjadi akibat beban yang berkerja pada chassis adalah 3,28e+007 N/m².

Pembebanan Terpusat

Berikut adalah hasil dari pembebanan terpusat pada titik berat *chassis* :

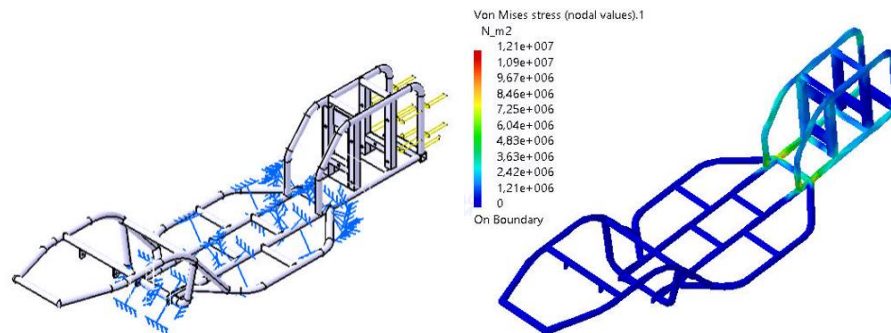


Gambar 10. Kondisi pembebanan terpusat dan hasil analisa pada *chassis*

Hasil dari analisa pembebanan terpusat yang terjadi pada *chassis* adalah diketahui tegangan maksimal yang terjadi akibat beban yang berkerja pada *chassis* adalah 6,12e+007 N/m².

Beban Tubrukan

Berikut adalah hasil dari tubrukan dengan beban merata pada surface *chassis* :



Gambar 11. Kondisi pembebanan tubrukan dan hasil analisa pada *chassis*

Hasil dari analisa pembebanan benturan atau tubrukan yang terjadi pada *chassis* adalah diketahui tegangan maksimal yang terjadi akibat beban yang berkerja pada *chassis* adalah 1,21e+007 N/m².

Tegangan izin

$$\tau_{izin} = \frac{\tau}{sf}$$

keterangan :

τ = tegangan

sf = safety faktor yang digunakan (4)

menggunakan material ASTM A53 yang memiliki τ maksimal sebesar 301000000 N/m²

$$\text{jadi, } \tau_{izin} = \frac{\tau}{sf}$$

$$\tau_{izin} = \frac{301000000 \text{ N/m}^2}{4}$$

$$\tau_{izin} = 7525000 \text{ N/m}^2 \text{ atau } 75,25 \text{ N/mm}^2$$

Kesimpulan analisa

1. Beban merata

Perbandingan hasil pengujian *software* dengan hasil perhitungan kekuatan material

$$\tau_{izin} > \tau_{max}$$

$$75,25 \text{ N/mm}^2 > 32,8 \text{ N/mm}^2.$$

accept

2. Beban terpusat

Perbandingan hasil pengujian *software* dengan hasil perhitungan kekuatan material

$$\tau_{\text{izin}} > \tau_{\text{max}}$$

$$75,25 \text{ N/mm}^2 > 61,2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{accept}$$

3. Beban Tubrukan

Perbandingan hasil pengujian *software* dengan hasil perhitungan kekuatan material

$$\tau_{\text{izin}} > \tau_{\text{max}}$$

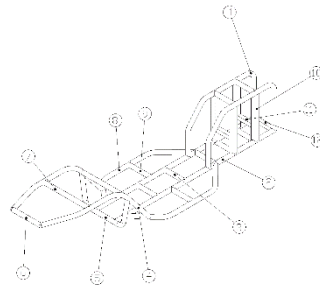
$$75,25 \text{ N/mm}^2 > 12,1 \text{ N/mm}^2 \quad \text{accept}$$

Pada analisa chassis dinyatakan kuat terhadap gaya yang terjadi karena tegangan yang terjadi lebih kecil dari pada tegangan izin yang dimiliki material dengan menggunakan *safety factor* sebesar 4.

PROSES PEMBUATAN CHASSIS

1. Kebutuhan material yang digunakan

Pembuatan *chassis* mobil minimalis roda tiga menggunakan material pipa Ø38,1 mm dengan tabal 1,7 mm. Setelah melakukan proses desain dan mendapatkan ukuran setiap komponen yang nantinya akan di buat sebuah chassis. Data yang di dapat dari detail *drawing* kemudian di optimasikan kedalam ukuran pipa setiap satu batangnya, sehingga dalam perencanaan tidak akan mengalami kekurangan yang nantinya akan merugikan saat melakukan proses pembuatan chassis.



Gambar 12. Penamaan part *chassis*

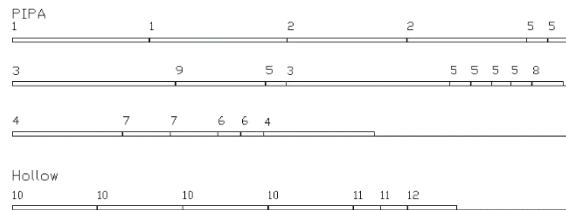
Dari penomoran masing masing bagian *chassis*, lalu dilakukan pengukuran untuk masing masing part yang kemudian dibuat sebagai data untuk kebutuhan material

Tabel 4.6. Kebutuhan Material

No	Profil	Panjang	Item	Total	Satuan
1	Pipa	1455	2	2910	Mm
2	Pipa	1730	2	3460	Mm
3	Pipa	220	7	1540	Mm
4	Pipa	1268	2	2536	Mm
5	Pipa	951	1	951	mm
6	Pipa	350	1	350	mm
7	Pipa	500	2	1000	mm
8	Pipa	1171	2	2342	mm
9	Pipa	242	2	484	mm
10	Hollow	450	4	1800	mm

11	Hollow	140	2	280	mm
12	Hollow	260	1	260	mm

Dari hasil pengukuran setiap *part* pada *chassis*, maka bisa diketahui pembagian pemotongan pada pipa agar tidak terjadi kelebihan atau bahkan kekurangan material saat dilakukan pengerjaan pembuatan *chassis*. Berikut adalah pembagian pemotongan berdasarkan penomoran tiap bagian yang dapat dilihat pada gambar 4.21 yang berdasarkan tabel 4.10.



Gambar 13. Pembagian pemotongan pada pipa dan *hollow*

2. Proses Pengelasan

Pada saat melakukan pengelasan harus memperhatikan letak daerah sambungan agar tidak menimbulkan salah pengelasan. Karena dalam proses pengelasan jika terjadi kesalahan maka harus di ulang dari awal dan ada kemungkinan material tidak bisa digunakan kembali. *Chassis* adalah rangka utama dalam kendaraan jadi tugas *chassis* sangat berat, oleh sebab itu pengelasan juga menjadi salah satu faktor kekuatan yang dimiliki oleh *chassis*.

Pada tahap pengelasan ini dilakukan dua kali pengelasan pada setiap sambungan. Pengelasan pertama hanya memberi las titik pada beberapa bagian di setiap sambungan. Untuk tahap pengelasan kedua dilakukan pengisian pengelasan full di setiap sambungan. Ini merupakan tahapan yang sangat penting karena mempengaruhi kekuatan chassis itu sendiri.

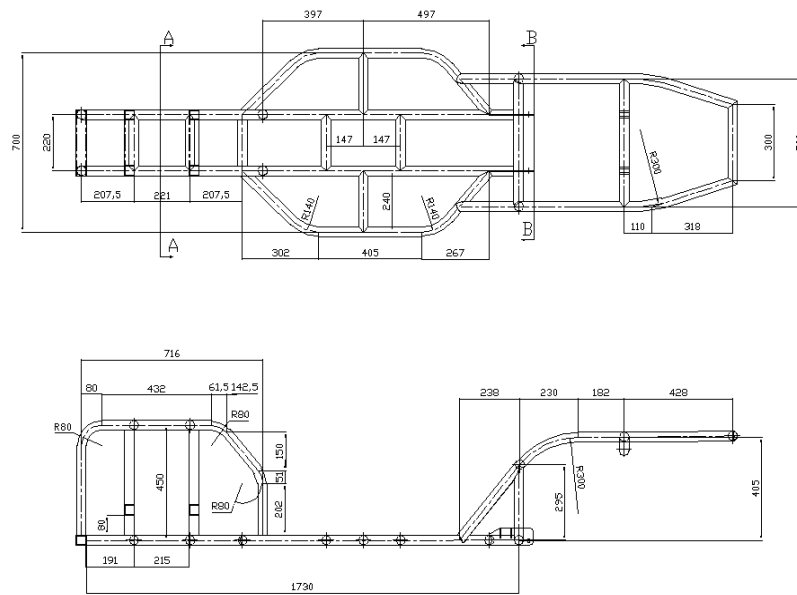
3. Proses Assembly

Komponen utama chassis mobil minimalis roda tiga ini dibagi menjadi dua, yaitu *chassis* utama dan *chassis* bagian depan untuk lengan ayun. Setelah proses pengelasan pada setiap bagian selesai dikerjakan dan telah dilakukan *finishing*, selanjutnya dilakukan penggabungan kedua komponen utama sehingga menjadi sebuah chassis utuh. Pada penggabungan *chassis* utama dan lengan ayun diperlukan poros sebagai pengikat kedua komponen tersebut supaya dalam pengikatannya lengan ayun masih bisa bergerak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan mobil minimalis roda tiga penggunaan dua roda berada didepan bermaksud untuk membuat mobil bisa bergerak bebas saat melaju di jalan lurus atau berbelok karena mobil menggunakan *tilting trike system* pada lengan bagian roda depan. Pada tahap perancangan desain *chassis* mobil minimalis roda tiga didapatkan desain *chassis* yang nantinya dikombinasikan dengan lengan ayun pada bagian roda depan. Dari desain *chassis* yang telah di buat diketahui juga kebutuhan material untuk membuat *chassis*. Untuk desain chassis secara detail dapat dilihat pada lampiran gambar 12 berikut



Gambar 14. Detail *chassis* mobil minimalis roda tiga

2. Dari desain *chassis* yang telah dibuat dengan menggunakan pipa ASTM A 53 dilakukan pengujian kekuatan dengan menggunakan *software* Catia. Pada proses pengujian *software* dilakukan tiga tahap pengujian yaitu beban merata, beban terpusat, dan beban tubrukan. Dari analisa *software* bisa dipastikan bahwa *chassis* dinyatakan aman, karena tegangan maksimal yang dihasilkan pada analisa *software* tidak melebihi tegangan ijin dari material. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 4. Hasil analisa *software*

No.	Material	Jenis Pembebanan	<i>Displacement</i>	Tegangan Izin	Tegangan yang terjadi pada <i>chassis</i>
1	ASTM A 53	Merata	0,123 mm	75,25 N/mm ²	32,8 N/mm ²
2	ASTM A 53	Terpusat	0,227 mm	75,25 N/mm ²	61,2 N/mm ²
3	ASTM A 53	Tumbukan	0,054 mm	75,25 N/mm ²	12,5 N/mm ²

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Ebriansya, Egil, Prof. Ir. I Nyoman Sutanta, M.Sc., Ph.D. *Rancang Bangun Struktur Rangka Kendaraan Hybride Roda Tiga*. Institute Teknologi Sepuluh Nopember.
2. Hamzah, Amir. 2008. *Desain Mobil dengan Software 3ds Max*. Palembang. Maxicom.
3. Hasan, M.Iqbal, 2002. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Penerbit Ghalia Indonesia : Jakarta.
4. Kurniawan, Danang. 2016. *Perencanaan Airbag Docking kapasitas 2000 DWT di PT. FI Perkasa*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

5. Nurahman, Fajar, 2010. *Pembuatan Body dan Modifikasi Chassis*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
6. Purwantono, Andi Heri. 2015. *Rancang Bangun Rangka Pada Kendaraan ECC (Electric City Car)*. Politeknik Negeri Madiun.
7. **Sadikin, Ali. 2013. Perancangan Rangka Chasis Mobil Listrik Untuk 4 Penumpang Menggunakan Software Siemens Nx8. Universitas Negeri Semarang.**
8. **Sularso & Kiyokatsu Suga. 2004. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin cet II. Jakarta : Pradnya Paramita.**
9. Vidosic, Joseph P, (2012, Oktober 10). *Faktor Keamanan (Safety Factor) dalam Perancangan Elemen Mesin*. Diambil dari laskarteknik.com : <http://www.laskarteknik.com>.